

**Д. Н. Демченко\*, М. Ф. Ахметов**

Intertech Trading Corporation, г. Екатеринбург

\*demchenko@intertech-corp.ru

## ОБОРУДОВАНИЕ TA INSTRUMENTS ДЛЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ СТЕНТОВ И ИСКУССТВЕННЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ ОРГАНОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

В данной статье рассмотрены устройство и применение испытательных машин *ElectroForce* компании *TA Instruments* (США), для проведения широкого диапазона статических и многоцикловых испытаний и изучения физико-механических свойств материалов и готовых изделий.

Особое внимание уделено применению систем *ElectroForce* для усталостных испытаний трансплантатов органов сердечно-сосудистой системы.

*Ключевые слова:* испытательные машины, многоцикловые испытания, стенты, имплантаты.

***D. N. Demchenko, M. F. Akhmetov***

## TA INSTRUMENTS EQUIPMENT FOR FATIGUE TESTING OF STENTS AND IMPLANTS FOR CARDIOVASCULAR SYSTEM

Construction and application of *ElectroForce* test systems (*TA Instruments*, USA) for wide range of static and cycling tests and physical mechanical properties study of materials and complete products are described in this review.

The focus attention is given to application of *ElectroForce* systems for long cycling testing of cardiovascular implants.

*Keywords:* Mechanical Testing, Cycling Tests, Stents, Implants.

Компания *TA Instruments* предлагает линейку испытательных машин *ElectroForce* для проведения усталостных испытаний и изучения механических свойств различных материалов и готовых изделий при длительном циклическом нагружении.

Основой испытательных машин *ElectroForce* является семейство линейных электроприводов, выполненных по уникальной технологии: без трения, надежные, долговечные, обладающие динамическими характеристиками, позволяющими реализовать ускорения до  $70G$  с полным контролем усилия и смещения. Конструкция электродвигателей позволяет реализовать нагружение любой заданной формы с

контролируемым усилием от сотых долей Ньютонов до 15 кН, с частотой до 300 Гц, скоростью нагружения от тысячных долей микрона в секунду до двух метров в секунду и амплитудой смещения до 150 мм. В зависимости от задач и конструкции машины используются приводы разной мощности, один или несколько одновременно, с тем или иным геометрическим размещением. На все двигатели предоставляется гарантия 10 лет.

Испытательные машины *ElectroForce* производятся как в виде классических рамных конструкций, так и в виде гибких испытательных платформ с настраиваемой конфигурацией, а также в виде специализированных установок для тестирования различных биологических тканей и имплантатов: стентов, графтов, искусственных клапанов сердца, сосудов, и т. д. Испытательные машины могут быть оборудованы термокамерами с температурным диапазоном от минус 150°C до +350°C, термостатируемыми, заполняемыми физиологическими растворами камерами для тестирования живых тканей и их искусственных аналогов, захватами и держателями различного типа, устройствами для одновременного тестирования нескольких образцов, дополнительными сенсорами.

В испытательных машинах, в зависимости от предназначения, могут реализовываться многоцикловое динамическое и классическое статическое нагружения, осевое, многоосевое и торсионное (вращательное) воздействия (как раздельное, так и одновременное). Например, одновременное сжатие и вращение по заданной программе используется для имитации процесса жевания при тестировании истирания зубных протезов. Также в качестве примера можно привести моделирование нагрузок сложной формы для испытаний на долговечность и износостойкость искусственных суставов.

Программное обеспечение *WinTest*® предназначено для управления системой, регистрации различных сигналов, создания программ нагружения, математической обработки результатов испытаний. С помощью этого ПО можно имитировать реальные физиологические и технологические процессы, например, ритм сердца, деформацию обуви при ходьбе или многократное нажатие клавиш. Модуль динамического механического анализа позволяет определять и регистрировать изменение во времени модулей упругости и механических потерь, тангенса угла дельта.

Особое место в линейке систем *ElectroForce* занимают испытательные машины для тестирования стентов и трансплантатов органов сердечно-сосудистой системы. Особенностью этих объектов являются высокие требования к их износостойкости и к надежной работе в течение продолжительного времени. Нормативная документация предусматривает проведение многоцикловых испытаний с определенной формой нагружения всех видов разрабатываемых и внедряемых

имплантатов, позволяющее предсказать их поведение как минимум за десять лет их службы. А это, в зависимости от вида имплантата, подразумевает испытания с числом циклов до 400 миллионов. Высокая чувствительность, надежность, и стабильность работы оборудования *ElectroForce* позволяют выявлять даже незначительные изменения в механических свойствах стентов или сердечных клапанов, что дает разработчикам возможность улучшить конечное изделие и обеспечить должное качество его исполнения.

*TA Instruments* также является ведущим разработчиком и производителем оборудования для термоанализа и реологии. Эта компания предлагает решения для изучения механических свойств, теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности различных материалов в широком температурном диапазоне. При этом можно реализовать полную имитацию условий: циркуляцию крови, контроль растворения оболочки и т. д.

Компания *INTERTECH Corporation* является официальным представителем *TA Instruments* в России и странах бывшего СССР.